

· 临床报道 ·

# CT 三维重建联合模拟手术辅助 切开复位内固定治疗过伸性胫骨平台骨折

留成胜, 谢伟, 郑建平, 章建新, 吴向科, 冯继华, 聂俊, 李早雨

(衢州市中医医院, 浙江 衢州 324002)

**摘要** 目的: 观察 CT 三维重建联合模拟手术辅助切开复位内固定治疗过伸性胫骨平台骨折的临床疗效和安全性。方法: 2017 年 1 月至 2020 年 1 月, 采用 CT 三维重建联合模拟手术辅助切开复位内固定治疗过伸性胫骨平台骨折患者 18 例。男 11 例, 女 7 例。年龄 18 ~ 68 岁, 中位数 36 岁。均为新鲜闭合性骨折。受伤至手术时间 2 ~ 11 d, 中位数 6 d。均不合并血管神经损伤、重要脏器损伤、同侧股骨干骨折、膝关节畸形或活动障碍。记录手术时间、术中出血量、X 线透视次数和透视时间。采用 Rasmussen 胫骨髁部骨折复位解剖学评分标准评价骨折复位情况, 采用美国特种外科医院 (Hospital for Special Surgery, HSS) 膝关节评分标准评价临床疗效。随访观察并发症发生情况。**结果:** 手术时间  $(92.06 \pm 22.13)$  min, 术中出血量  $(85.56 \pm 29.45)$  mL。术中 X 线透视  $(3.61 \pm 1.42)$  次, 总透视时间  $(14.22 \pm 5.04)$  min。所有患者均获得随访, 随访时间 5 ~ 36 个月, 中位数 25 个月。骨折均愈合, 愈合时间 11 ~ 16 周, 中位数 14 周。完全负重时间 7 ~ 16 周, 中位数 12 周。末次随访时, Rasmussen 胫骨髁部骨折复位解剖学评分  $(16.5 \pm 1.15)$  分, 优 4 例、良 14 例; HSS 膝关节功能评分  $(88.39 \pm 5.96)$  分, 优 16 例、良 1 例、可 1 例。均无内固定松动、断裂等并发症发生。**结论:** CT 三维重建联合模拟手术辅助切开复位内固定治疗过伸性胫骨平台骨折, 手术时间短, 术中出血少, X 线透视少, 骨折复位和愈合好, 有利于膝关节功能恢复, 且并发症少。

**关键词** 胫骨骨折; 胫骨平台; 骨折固定术, 内; 体层摄影术, 螺旋计算机; 成像, 三维; 模拟手术

胫骨平台骨折为关节内骨折, 约占全身骨折的 1.66%, 占膝关节骨折的 26.1%, 近年来发病率呈上升趋势<sup>[1]</sup>。过伸性胫骨平台骨折是一种特殊骨折, 多由膝关节于伸直位遭受垂直暴力所致, 表现为胫骨平台前方骨皮质压缩、后倾角丢失, 临床报道并不多见<sup>[2]</sup>。治疗过伸性胫骨平台骨折的关键是恢复胫骨力线与关节面平整, 并尽量减少关节周围软组织损伤和实现坚强固定。然而, 由于过伸性胫骨平台骨折前方及内侧骨皮质压缩严重, 失去解剖复位标志, 骨折解剖复位和固定难度大; 再加上此类骨折临床较为少见, 骨折特征和治疗方式不明确, 易出现骨折复位不良、复位丢失, 造成关节功能障碍及创伤性关节炎等并发症。术前构建骨折端三维模型, 并进行模拟手术, 可实现骨折端的解剖复位与坚强固定, 确保手术顺利完成<sup>[3-4]</sup>。2017 年 1 月至 2020 年 1 月, 我们采用 CT 三维重建联合模拟手术辅助切开复位内固定治疗过伸性胫骨平台骨折患者 18 例, 并对其临床疗效和安全性进行了观察, 现报告如下。

## 1 临床资料

本组 18 例均为衢州市中医医院住院治疗的过伸

性胫骨平台骨折患者。均为新鲜闭合性骨折。男 11 例, 女 7 例。年龄 18 ~ 68 岁, 中位数 36 岁。致伤原因: 交通事故伤 10 例, 跌倒伤 3 例, 高处坠落伤 4 例, 重物压伤 1 例。受伤至手术时间 2 ~ 11 d, 中位数 6 d。均不合并血管神经损伤、重要脏器损伤、同侧股骨干骨折、膝关节畸形或活动障碍。

## 2 方法

**2.1 CT 三维重建与模拟手术** 术前行螺旋 CT 扫描, 将 CT 扫描数据以 DICOM 格式导入 Mimics17.0 软件中, 建立膝关节三维模型。采用 Measurements 工具测量骨折模型的胫骨平台后倾角和内翻角、骨折块塌陷深度和移位距离及胫骨平台宽度。采用 Simulation 工具进行骨折模拟复位: 首先复位胫骨平台内侧骨折块, 合并胫骨平台后内侧移位骨折者先复位后内侧骨折; 然后依次复位胫骨平台后外侧、前外侧骨折块; 最后抬高胫骨平台前侧压缩骨折块以恢复胫骨平台后倾角。均以骨皮质对合为复位成功标准。复位前方压缩骨折块时需注意抬高距离, 避免复位不足或过度复位造成后倾角减少或增大。复位后再次测量胫骨平台后倾角、内翻角。确定复位良好后, 以胫骨平台内侧缘为参照, 测量复位胫骨平台内侧骨折块的

位移;以 Gerdy 结节为参照,测量复位胫骨平台外侧骨折块的位移;以上关节面为参照,测量复位胫骨平台前侧骨折块的位移。将三维接骨板模型导入 Mimics17.0 软件进行骨折模拟固定。选择大小合适的接骨板,确定接骨板和螺钉的位置,完成接骨板模拟固定。

**2.2 手术方法** 采用连续硬膜外阻滞麻醉或全身麻醉,患者取仰卧位,膝关节屈曲  $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。于胫骨平台内侧突起沿胫骨内侧嵴做长约 8 cm 的纵形切口,逐层切开皮肤、皮下组织,分离内侧副韧带前侧,显露胫骨平台内侧骨折端,注意保护鹅足和内侧副韧带。根据术前模拟,撬拨复位胫骨平台内侧骨折块,克氏针临时固定。于腓骨头上方弧形经过 Gerdy 结节后沿胫骨外侧缘旁开 1 横指做长约 9 cm 的倒“L”形切口,逐层切开皮肤、皮下组织,沿胫骨外侧嵴剥离胫骨前肌,切开外侧关节囊,显露胫骨平台外侧。根据术前模拟,先撬拨复位胫骨平台后外侧骨折块,再用多枚克氏针插入胫骨平台前侧压缩骨折块中,撬拨复位前侧骨折块。用骨盆复位钳挤压内外侧平台,恢复平台宽度。C 形臂 X 线机透视,确认骨折复位满意后,于胫骨近端内、外侧置入解剖型接骨板,螺钉固定。内外侧切口常规放置负压引流管,逐层缝合切口。

**2.3 术后处理** 术后常规给予抗感染、抗凝及镇痛治疗。术后第 1 天行股四头肌等长收缩锻炼,术后 1~2 d 开始膝关节被动功能锻炼,术后 1~2 d 拔除引流管,术后 3~4 d 开始膝关节主动屈伸功能锻炼,术后 6 周拄拐部分负重行走,术后 2~4 个月可完全负重。

**2.4 疗效及安全性评价方法** 记录手术时间、术中出血量、X 线透视次数和透视时间。采用 Rasmussen 胫骨髁部骨折复位解剖学评分标准<sup>[5]</sup>评价骨折复位情况,总分 18 分,评分 18 分为优、12~17 分为良、6~11 分为可、<6 分为差。采用美国特种外科医院 (Hospital for Special Surgery, HSS) 膝关节评分标准<sup>[6]</sup>评价临床疗效,总分 100 分,评分 >85 分为优、70~84 分为良、60~69 分为可、<59 分为差。随访观察并发症发生情况。

### 3 结果

本组 18 例患者,手术时间 ( $92.06 \pm 22.13$ ) min,术中出血量 ( $85.56 \pm 29.45$ ) mL。术中 X 线透视 ( $3.61 \pm 1.42$ ) 次,总透视时间 ( $14.22 \pm 5.04$ ) min。

所有患者均获得随访,随访时间 5~36 个月,中位数 25 个月。骨折均愈合,愈合时间 11~16 周,中位数 14 周。完全负重时间 7~16 周,中位数 12 周。末次随访时, Rasmussen 胫骨髁部骨折复位解剖学评分 ( $16.5 \pm 1.15$ ) 分,优 4 例、良 14 例; HSS 膝关节评分 ( $88.39 \pm 5.96$ ) 分,优 16 例、良 1 例、可 1 例。均无内固定松动、断裂等并发症发生。典型病例图片见图 1。

### 4 讨论

过伸性胫骨平台骨折多表现为胫骨平台前侧压缩性骨折合并内翻畸形、后侧骨皮质牵张性骨折、后倾角丢失<sup>[2]</sup>。由于此类骨折的骨折线多波及关节面,且胫骨平台前侧骨质丢失,复位难度较大。X 线和 CT 检查可为手术方案的制定提供一定的参考,但存在骨折部位遮挡、提供信息有限及骨折评估不充分等不足,即使在螺旋 CT 工作站中进行三维重建,亦存在一定的结构遮挡。此类骨折较为复杂,术前如果不能有效评估并制定最佳的手术方案,将影响手术治疗的效果<sup>[7]</sup>。利用 Mimics 软件构建膝关节三维模型,可全面了解骨折情况,且通过多次模拟骨折复位和固定可确定最佳的手术方案,从而实现骨折的解剖复位与坚强固定<sup>[8-9]</sup>。

CT 三维重建联合模拟手术辅助切开复位内固定治疗过伸性胫骨平台骨折具有以下优点:①构建膝关节三维模型,能够直观展现骨折端的位置关系、准确评估骨折块移位程度<sup>[10]</sup>;②能够反复模拟复位操作,有利于医生熟悉手术过程,提高手术精准性<sup>[11]</sup>,避免术中反复复位影响骨折愈合和复位不足、过度复位导致创伤性关节炎;③根据模型选择合适的接骨板进行固定,实现固定的个性化、精确化,保证固定强度<sup>[12]</sup>;④模拟螺钉置入的位置、长度、方向,避免无效支撑和螺钉穿入关节腔<sup>[13]</sup>;⑤能够缩短手术时间,减少手术出血量<sup>[14-15]</sup>;⑥能够帮助医生缩短手术学习曲线,降低手术风险<sup>[16]</sup>。部分研究采用 3D 打印技术辅助切开复位内固定治疗过伸性胫骨平台骨折,但 3D 打印技术存在设备材料昂贵、流程复杂、耗时较长等缺点,且需要专业技术人员操作,限制了其在临床上的应用<sup>[4,12-13]</sup>。三维重建是 3D 打印技术的基础,三维重建联合模拟手术与 3D 打印技术的主要区别在于该方法是在计算机中完成三维模型的建立和手术方案的模拟,而不制作实体模型<sup>[17-18]</sup>。笔者认为,该方法已具备了 3D 打印技术大部分的优点,且流程简单、建模

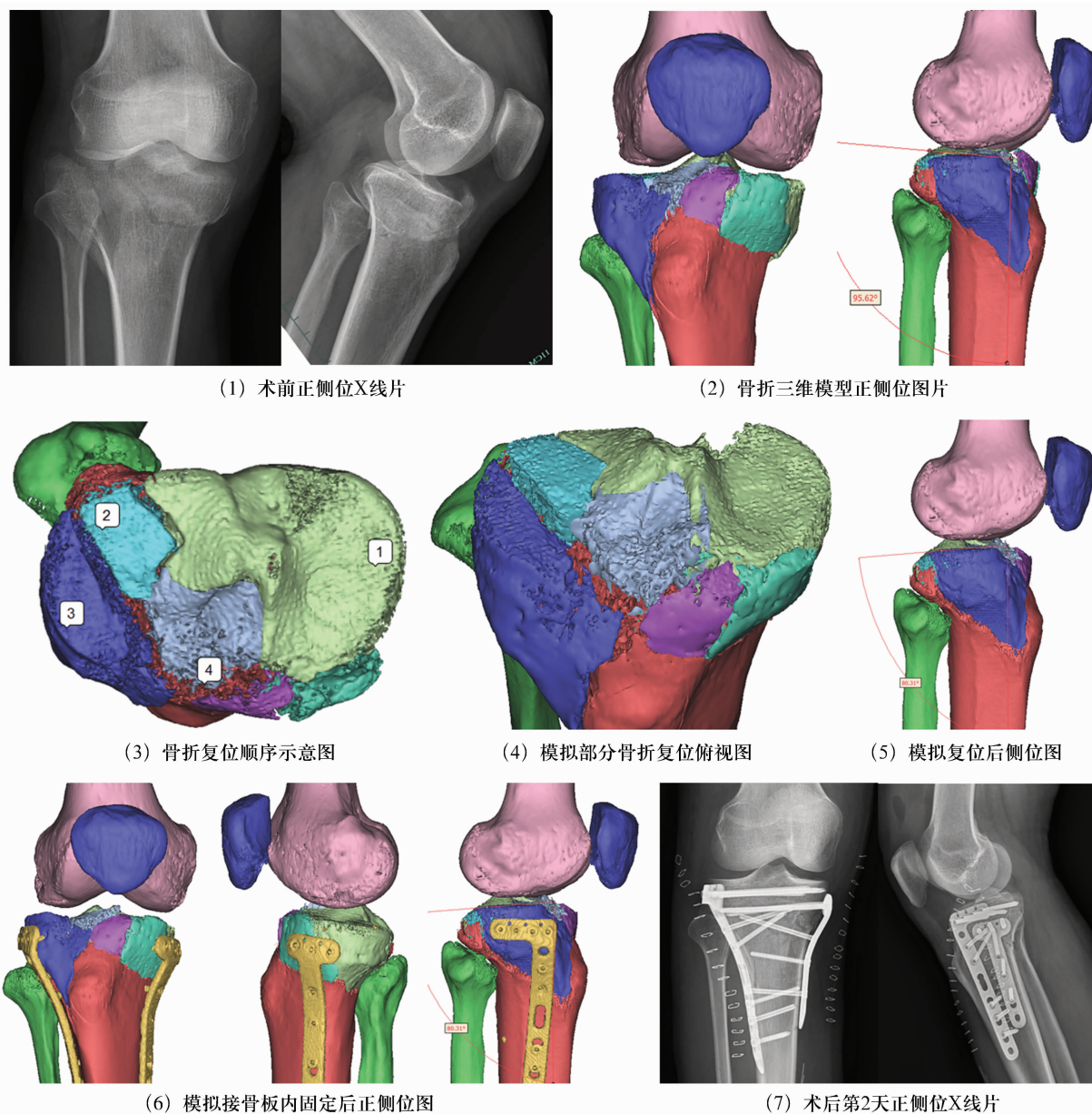


图 1 过伸性胫骨平台骨折 CT 三维重建联合模拟手术辅助切开复位内固定治疗前后图片

迅速,对于急诊患者同样适用。

本组患者治疗结果表明,CT 三维重建联合模拟手术辅助切开复位内固定治疗过伸性胫骨平台骨折,手术时间短,术中出血少,X 线透视少,骨折复位和愈合好,有利于膝关节功能恢复,且并发症少。

### 参考文献

[1] 张英泽. 临床创伤骨科流行病学[M]. 3 版. 北京:人民卫生出版社,2018:245.  
[2] FIROOZABADI R, SCHNEIDKRAUT J, BEINGESSNER D, et al. Hyperextension varus bicondylar tibial plateau fracture pattern: diagnosis and treatment strategies [J]. J Orthop Trauma, 2016, 30(5): e152 - e157.  
[3] 周雪涛, 张东升, 张国亮, 等. 3D 打印技术在复杂肋骨骨

折隧道式手术治疗中的应用[J]. 中华创伤骨科杂志, 2019, 35(4): 354 - 358.

[4] 何敏, 谭文甫, 谭宁泰, 等. 3D 打印技术辅助治疗 pilon 骨折合并同侧胫骨干骨折的临床应用[J]. 中华创伤骨科杂志, 2019, 21(7): 604 - 608.  
[5] 顾立强. 胫骨平台骨折分类与功能评价[J]. 中华创伤骨科杂志, 2004, 6(3): 323 - 327.  
[6] 刘云鹏, 刘沂. 骨与关节损伤和疾病的诊断分类及功能评定标准[M]. 北京:清华大学出版社, 2002: 233 - 234.  
[7] 孟国林, 刘建, 胡蕴玉, 等. 快速成型模型在制定胫骨平台复杂骨折手术方案中的指导作用[J]. 中华创伤骨科杂志, 2011, 13(12): 1135 - 1138.  
[8] 贺超, 王磊, 李国远, 等. 3D 打印在骨科的应用[J]. 中华骨科杂志, 2017, 37(19): 1235 - 1241. (下转第 73 页)